

未利用熱エネルギーの普及拡大につながる高熱伝導舗装の研究

東邦産業株式会社

○美寺 寿人

新潟太平洋生コン株式会社

浅野 宏

福田道路株式会社 技術研究所

畑山 良二

1. はじめに

舗装材であるコンクリートやアスファルト合材の熱伝導率を向上することができれば、放熱能力の向上に伴い、既存のロードヒーティング技術の適用範囲の拡大や省エネルギー化、そして未利用熱エネルギーの普及拡大に繋がり、地球環境の改善や循環型社会の構築、そして質の高い道路空間の形成にも資すると考える。

本論文は、融雪技術における熱エネルギーの効率的な利用に資するために、一般的な数値を大幅に上回る高い熱伝導性を有する舗装材の研究について報告するものである。

私たちは、舗装材の骨材として、化学的に安定かつ高い熱伝導性を有し、他の金属よりも安価な酸化アルミニウム (Al_2O_3) (以下「アルミナ」と呼ぶ) に着目した。

写真-1は、本研究で使用したアルミナ骨材(左は細骨材、右は粗骨材)である。表面には微細な凹凸がある。



写真-1 使用した日本軽金属(株)製のアルミナ「36 W/m・K (25°C)」

2. コンクリート

一般的にコンクリートの熱伝導率は $1.6W/m \cdot K$ と言われている。

コンクリートの標準配合は、新潟太平洋生コン(株)工場では品質確認及び出荷実績のある「早期交通開放型コンクリート舗装 (1DAY PAVE)」の配合を基本とし、曲げ強度 $4.50N/mm^2$ を保証するものとした。

実施した配合は、(細骨材アルミナ置換率:粗骨材アルミナ置換率)として表すと「(0:0)、(100:100)、(100:0)、(0:100)、(50:50)、(20:20)」の6配合とした。図-1は、各々の配合で置き換えたアルミナの「単位体積率」と熱伝導率を示したものである。

アルミナの粒度割合に関係なく置換した体積率と熱伝導率には比例関係があることを確認した。

また、骨材をすべてアルミナに置換した配合の熱伝導率は、従来の天然骨材ではありえない「6.08」という非常に高い値が得られた。

なお、各配合とも標準配合と比べて約1.2倍以上の曲げ強度を確認できたため、強度面においては問題なしと推測する。

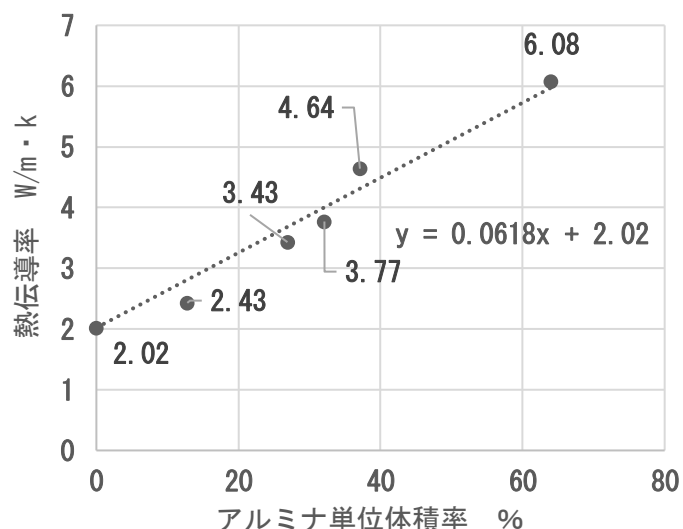


図-1 アルミナ単位体積率と熱伝導率の関係図コンクリート

3. アスファルト合材

アスファルトにはポリマー改質アスファルトⅡ型を使用した。実施した配合は、7号砕石・粗砂・細砂の3つの粒度区分のそれぞれの量を近似の粒度のアルミナを置換した任意の7配合とした。図-2は、各々の配合でのアルミナの「単位体積率」と熱伝導率を示したものである。

コンクリートと同様にアルミナの粒度割合に関係なく置換した体積率と熱伝導率には比例関係があることを確認した。

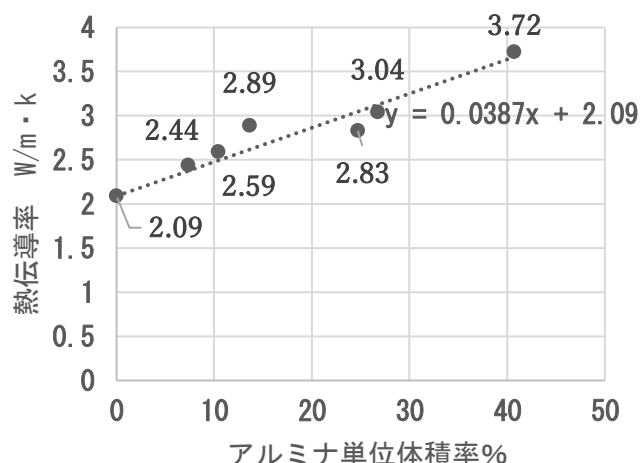


図-2 アルミナ単位体積率と熱伝導率の関係図アスファルト

4. 考察(ロードヒーティングの設計に及ぼす効果)

アルミナの量を変えることで、ある一定の範囲で熱伝導率をコントロールできることがわかった。

一方、アルミナの価格が従来の骨材と比べて、かなり高価であるため、舗装材そのものはコストが高くなるという課題(部分最適ではなくなる)がある。

そこで、ロードヒーティングの設計図書である「路面消・融雪施設等設計要領 H20.5」(以下、設計要領という。)を参照して、熱伝導率の向上が設計に及ぼす効果について、設計要領中の算出例(舗装体の熱伝導率:コンクリート=1.6w/m·k)を基にして、次の2つのケースについて試算を行った。

ケース1 (トータル費用の削減)

熱伝導率 1.6 W/m·K→3.3 W/m·Kにしたケース

算出例の放熱管設置間隔 20 cmを 30 cmに拡げても、上部放熱量を変えずに放熱管入口温度が同じになることを確認した。言い換えると、設計必要熱量を確保した上で、設置間隔を広げたことにより、ユニット数を 64→42.7に減少し、放熱管延長数量も 33%減少することができるのである。

ケース2 (未利用の低温エネルギーの活用)

放熱管設置間隔は 20 cmのまま、熱伝導率 1.6 W/m·K→3.3 W/m·Kにしたケース

放熱管平均通水温度は 14.07℃→9.02℃に低下し、放熱管入口温度は 17.88℃→12.83℃と 5℃低下する結果となる。言い換えると、5℃低い通水温度でも設計必要熱量を確保できるのである。これは低い温度の循環液等でも、舗装体を高熱伝導化すれば所定の融雪効果が発揮できることを表している。

5. あとがき

価格は高いが品質が安定している工業製品であるアルミナを骨材として用いることで、トータルコストの低減やランニングコストの低減による全体最適な設計や、未利用熱エネルギーの適用範囲の拡大が図れるケースもあるものとする。また、本研究が地球環境の改善や循環型社会の構築、そして質の高い道路空間の形成につながるためにも、道路管理者の皆様現場実装・チャレンジの場の提供を求めて論文発表といたします。(参考文献:「令和2年度 北陸地方整備局事業研究発表会」美寺寿人・五十嵐祐司・佐伯竜彦・上石勲「高熱伝導コンクリートに関する研究

本論文に関する問い合わせ先

東邦産業株式会社(超高熱伝導舗装研究会) 美寺寿人
〒951-8124 新潟市中央区医学町通2番町10番地1 e-mail:hisato@tohos.co.jp